

Politechnika Łódzka

Katedra Przyrządów Półprzewodnikowych i Optoelektronicznych

**WWW.DSOD.PL**

## **LABORATORIUM METROLOGII ELEKTRONICZNEJ**

### ĆWICZENIE nr **5**

Pomiary wielkości nieelektrycznych

---

---

**CEL ĆWICZENIA:**

---

---

Celem ćwiczenia jest poznanie metod pomiaru temperatury za pomocą czujników i układów elektronicznych, wyznaczenie statycznych charakterystyk termometrycznych wybranych sensorów oraz zastosowanie ich w pomiarach dynamicznych temperatury.

---

---

**SPECYFIKACJA APARATURY:**

---

---

W ćwiczeniu korzysta się z następującej aparatury pomiarowej oraz oprogramowania:

**Aparatura**

1. Moduł termostatyzujący z ogniwnem Poliera i regulatorem PID do stabilizacji temperatury oraz umieszczonymi w nim sensorami :
  - a) czujnik termoelektryczny - Termoelement typu K,
  - b) czujnik złączowy wbudowany w skald scalony LM 335
  - c) czujnik rezystancyjny platynowy, Pt-100,
  - d) czujnik rezystancyjny półprzewodnikowy typ NTC (Negative Temperature Coefficient) o ujemnym współczynniku zmian rezystancji.
2. Elektroniczne układy przetwarzania i kondycjonowania sygnałów z czujników, w celu dostosowania ich do napięć do napięć wejściowych karty pomiarowej USB-4711A obsługiwanej programowo z komputera PC.
3. Karta pomiarowa USB-4711A firmy Advantech
4. Zasilacz prądowy z ograniczeniem napięcia i prądu do 5V/ 3 A

**Oprogramowanie:**

1. Program Data4711 do obsługi m. in. zestawu dydaktycznego „PSoC-GRAM-ADDA”
2. Arkusz kalkulacyjny z pakietu Office do przetwarzania danych z programu Data4711
3. LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) – graficzne środowisko programistyczne stosowane w pomiarach i analizie danych (w ćwiczeniu wykorzystywane opcjonalnie)

---

---

## PODSTAWY TEORETYCZNE

---

---

### Podstawowe wiadomości

Pomiary wielkości nieelektrycznych takich jak ciśnienie, temperatura, przepływ, wilgotność itp. są niezwykle ważne w procesach produkcyjnych i w monitorowaniu środowiska. Szczególną rolę, odgrywają pomiary temperatury stanowiąc jak się szacuje około 85 % wszystkich pomiarów przemysłowych.

### Termometry – przyrządy do pomiaru temperatur.

Temperatury mierzy się metodami pośrednimi poprzez pomiar parametrów mediów, których parametry zmieniają się wraz ze zmianą temperatury.

Czujniki temperatury mogą być klasyfikowane według właściwości fizycznych, dzięki którym uzyskuje się informację o ich temperaturze. Korzysta się z takich zjawisk fizycznych jak:

- zmiana objętości cieczy, gazu lub długości pod wpływem temperatury
- zmiana rezystancji elementu np. przewodnika lub półprzewodnika
- zmiana parametru złącza półprzewodnikowego
- wytwarzanie siły termoelektrycznej (STE) na styku dwóch różnych metali połączonych ze sobą, gdy ich końce umieszczone są w różnych temperaturach (termoelementy).
- zmiana parametrów promieniowania cieplnego

Najczęściej stosowane w praktyce inżynierskiej czujniki elektryczne to:

- a) Termorezystancyjne metalowe (ang. RTD Resistance Temperature Detector)
- b) Termoelektryczne (ang. Thermocouple)
- c) Termistorowe -termorezystory półprzewodnikowe (ang. Thermistor)
- d) Złączowe półprzewodnikowe z reguły scalone z układami przewarzenia w jeden skald scalony z wyjściem analogowym lub dyskretnym

### Termorezystancyjne czujniki temperatury, RTD

Czujniki termorezystancyjne są wykonywane w technologii precyzyjnych rezystorów nawijanych lub cienkowarstwowej, których parametry są

zamieszczone są w normach międzynarodowych respektowanych przez wszystkich producentów. Norma europejska PN-EN 60751 stanowi, że charakterystyki termometryczne platynowych czujników spełnią następujące zależności dla dwóch podzakresów temperatur:

od -200 °C to 0 °C:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3] \quad (1)$$

oraz dla zakresu od 0°C do 850 °C

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2] \quad (2)$$

gdzie:

$R_0$  – rezystancja w temperaturze  $t=0^\circ\text{C}$  standardowa wartość  $R_t=100\ \Omega$

współczynniki A, B i C mają wartości:

$$A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4,183 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$$

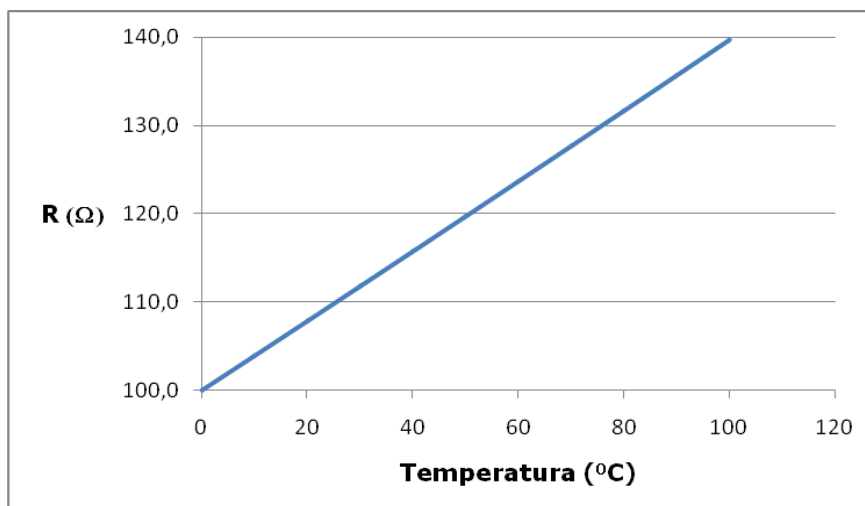
Oprócz wartości rezystancji w funkcji temperatury, norma ustala dwie klasy dla odchyłek granicznych : Klasę A i „B” których wartości są zestawione w tab. 1

Tab. 1. Dopuszczalne tolerancje błędów dla Pt100

Temperatura oC	Tolerancja					
	Klasa A		Klasa B		Klasa 1/3B	
	°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω
-200	±0.55	±0.24	±1.3	±0.56	-	-
-100	±0.35	±0.14	±0.8	±0.32	-	-
0	±0.15	±0.06	±0.3	±0.12	±0.1	±0.04
100	±0.35	±0.13	±0.8	±0.30	±0.26	±0.1
200	±0.55	±0.20	±1.3	±0.48	±0.4	±0.16
300	±0.75	±0.27	±1.8	±0.64	±0.6	±0.21
400	±0.95	±0.33	±2.3	±0.79	-	-
500	±1.15	±0.38	±2.8	±0.93	-	-
600	±1.35	±0.43	±3.3	±1.06	-	-
700	-	-	±3.8	±1.17	-	-
800	-	-	±4.3	±1.28	-	-
850	-	-	±4.6	±1.34	-	-

Dostępne są również czujniki o nominalnych rezystancjach 500 Ω (Pt 500) oraz 1000 Ω (Pt 1000) w temperaturze 0° C.

Na rysunku Rys. 1 przedstawiono charakterystykę czujnika platynowego w zakresie 0°C – 100°C



Rys 1. Zależność rezystancji czujnika Platynowego Pt-100 od temperatury

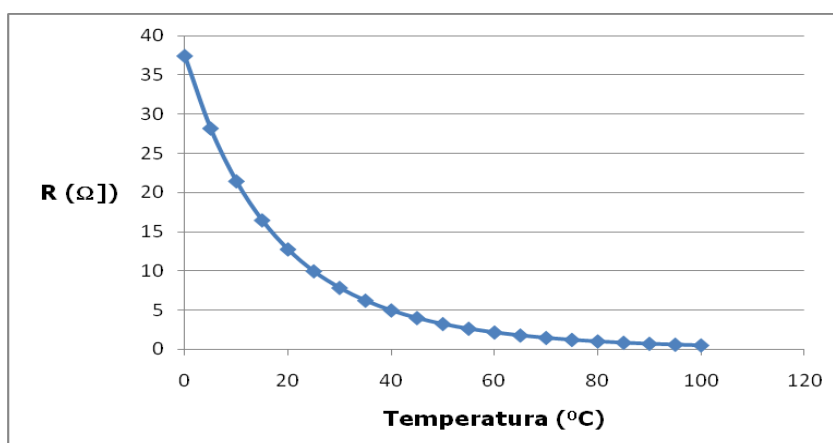
Na podstawie znajomości wartości rezystancji czujników platynowych można określić ich temperaturę korzystając z zależności 3

$$T_{Pt} [^{\circ}C] = \frac{-AR_0 + \sqrt{(AR_0)^2 - 4BR_0(R_0 - R_{Pt})}}{2BR_0} [^{\circ}C] \quad (3)$$

gdzie  $R_0 = 100 \Omega$

### Termistorowe czujniki temperatury NTC (ang. Negative Temperature Coefficient)

Czujniki termistorowe NTC, są wykonane z materiałów półprzewodnikowych, ich charakterystyka rezystancji od temperatury jest silnie nieliniowa (4), rys. 2.



Rys. 2. Zależność rezystancji czujnika termistorowego NTC o  $R_{ref} = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $T_{ref} = 25^{\circ}C$

Zależność zmiany rezystancji w funkcji temperatury (K) czujników termistorowych wyraża się zależnością 4:

$$R_{NTC} [k\Omega] = R_{ref} \exp\left(B \left| \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right| \right) [k\Omega] \quad (4)$$

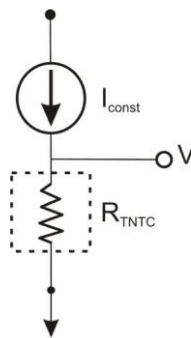
gdzie zgodnie z danymi producenta:

$$R_{ref} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$B = 4300 \pm 3 \%$$

$$T_{ref} = 298,15 \text{ K}$$

Najprostszą metodą pomiaru temperatury za pomocą czujnika termistorowego, jest pomiar napięcia na termistorze przy zasileniu prądem stałym o takim natężeniu, który nie powoduje samonagrzewania się czujnika od tego przepływającego prądu. Na rys 3 przedstawiono schemat ideowy pomiaru temperatury przy stałym prądzie



Rys.3. Schemat ideowy pomiaru temperatury przy zasilaniu termistora  $R_{TNTC}$  prądem

Dla układu z rysunku 3 słuszna jest zależność:

$$R_{TNTC} = V/I_{const} \quad (5)$$

Wyznaczenie temperatury czujnika termistorowego dokonuje się poprzez przekształcenie zależności (4) w której temperatura  $T$  wyrażona jest w stopniach K. Po przekształceniach otrzymuje się zależność:

$$T_{NTC} [^{\circ}C] = \frac{1}{\frac{1}{B} \ln\left(\frac{R_{NTC}}{R_{T=25^{\circ}C}}\right) + \frac{1}{T_{ref} [K]}} - 273,15 [^{\circ}C] \quad (6)$$

Dla danych katalogowych:

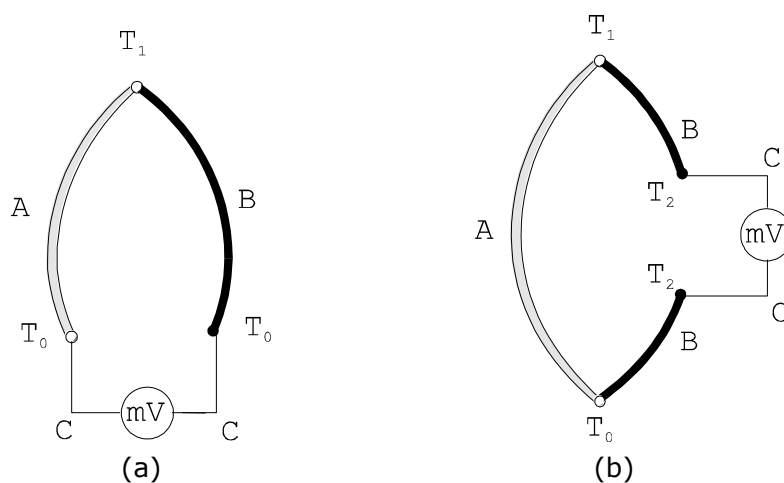
$$B=4300$$

$$T_{ref} [K]= 298,15 \text{ K}$$

$$R_0=10 \text{ K}\Omega$$

## Termometry termoelektryczne – termoelementy

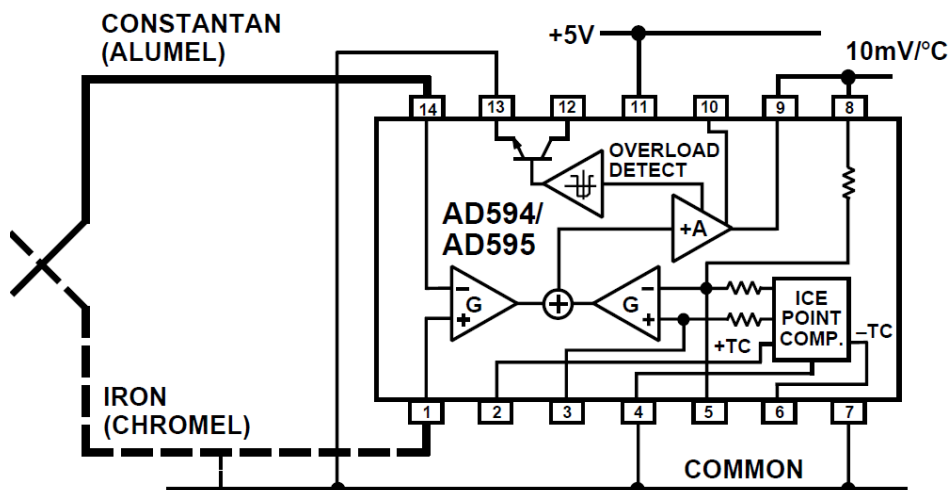
W termometrach termoelektrycznych do pomiaru temperatury wykorzystywane jest zjawisko Seebecka polegające na indukowaniu siły termoelektrycznej pomiędzy dwoma spoinami, umieszczonymi w różnych temperaturach ( $T_1$  i  $T_0$ ) jeżeli dwa różne przewodniki A i B różniące się pracą wyjścia elektronów są ze sobą połączone (Rys. 4). Jeżeli jedną ze spoin umieścimy w znanej temperaturze  $T_0$ , to wskazanie miliwoltomierza o znacznej rezystancji wewnętrznej (przepływ prądu powinien być bliski zeru) będzie proporcjonalne do różnicy tych temperatur ( $T_0$  i  $T_1$ ).



Rys.4. Miliwoltomierz podłączony jako miernik do obwodu z termoelementami.  
A i B elektrody termoelementu, C – „trzeci” metal .

Jedno złącze – umieszczone w nieznannej temperaturze  $T_1$  nazywa się pomiarowym, a drugie w znanej,  $T_0$ , jest złączem referencyjnym, odniesienia zwanym często zimnymi końcami termoelementu. Naturalną temperaturą odniesienia jest punkt potrójny wody, o temperaturze  $0,01^{\circ}\text{C}$ , (topniejąca mieszanina wody i lodu)  $273,16\text{ K}$ . Zrozumiałe techniczne niegodności takiego źródła temperatury referencyjnej spowodowały, że opracowane zostały metody elektronicznej kompensacji temperatury odniesienia z jednoczesną linearyzacją charakterystyk termometrycznych termoelementów.

Na rysunku 5 przedstawiono schemat ideowy termometru z termoelementem i scalonym przetwornikiem temperatury który zapewnia linearyzację charakterystyki i standaryzację sygnału wyjściowego ( $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ ).



Rys. 5. Praktyczna realizacja termometru z termoelementem typu K jako czujnikiem temperatury. Kompensacja zimnych końców jest zrealizowana wewnątrz układu scalonego AD 595 zgodnie z wyżej opisaną metodą.

Termoelement stosowane jako czujniki temperatur podlegają standaryzacji międzynarodowej. W tabeli 2 zestawiono wybrane typy czujników, które oznaczane są dużymi literami: B, E, J, K, N, R, S wskazującymi na rodzaj pastowanych materiałów do ich budowy.

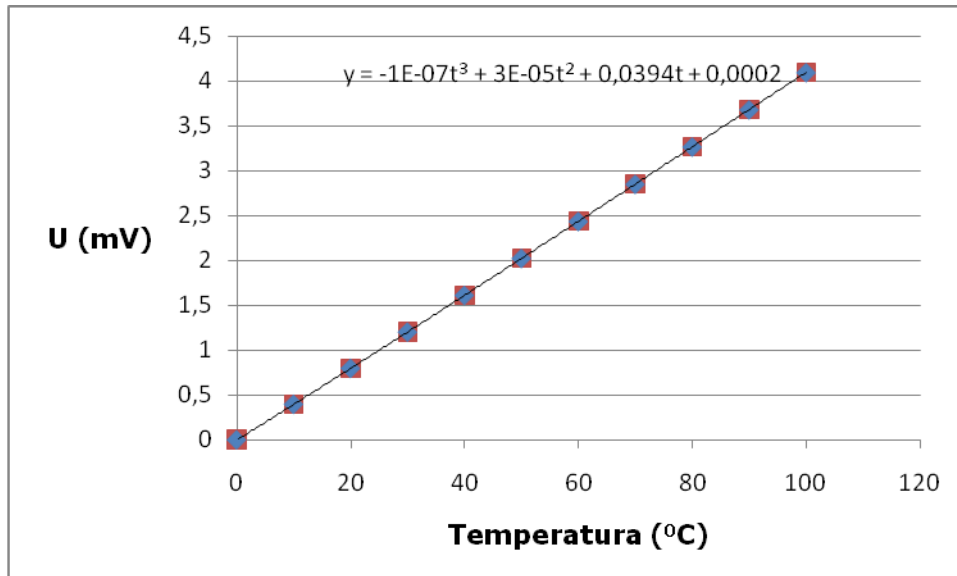
**Tabela. 2. Parametry termoelementów wg PN-EN 60584-1**

Termoelement	Typ	STE mV/°C	Maks. tempera- tura	Maks. temp. stosowania	Przewód dodatni	Przewód ujemny
Fe-CuNi (żelazo/konstantan)	J	0,054	750 °C	1200 °C	czarny	biały
Cu-CuNi (miedx/konstantan)	T	0,054	350 °C	400 °C	brązowy	biały
NiCr-NiAl (chrom/ alumel)	K	0,041	1200 ° C	1370 °C	zielony	biały
NiCr-CuNi (chrom/konstantan)	E	0,068	900 °C	1000 °C	fioletowy	biały
NiCrSi-NiSi (nikrosil/nisil)	N	0,038	1200 ° C	1300 °C	różowy	biały
Pt10Rh-Pt (platyna/rod)	S	0,01	1600 ° C	1540 °C	pomarańcz.	biały
Pt13Rh-Pt (platyna/rod)	R	0,01	1600 ° C	1760 °C	pomarańcz.	biały
Pt30Rh-Pt6Rh (platyna/rod)	B	0,01	1700 ° C	1820 °C	szary	biały

UWAGA: Maksymalna temperatura określa granicę, dla której została określona tolerancja błędów, zaś maksymalna temperatura stosowania określa granicę temperatury przedstawionej w normie w postaci maksymalnych wartości napięcia.

Zależność wartości siły termoelektrycznej (STE) termoelementów w funkcji temperatury przedstawiono na Rys. 6 przy zerowej temperaturze odniesienia.





Rys. 6. Siła termoelektryczna STE termoelementu typu „K” w funkcji temperatury.

Norma PN-EN-60584-2 ustala trzy klasy oraz wartości siły termoelektrycznej w funkcji temperatury dla poszczególnych typów termoelementów.

W przypadku stosowania układu scalonego AD595 do linearyzacji i kompensacji zimnych końców termoelementu typu K, stała przetwarzania wynosi 10 mV/°C.

### Scalone przetworniki temperatury ze złączem pomiarowym typu p-n

Półprzewodnikowy czujnik temperatury (LM335) wykorzystuje zjawisko zmiany napięcia na złączu p-n pod wpływem temperatury.

W celu zwiększenia dokładności celowe jest wykonanie jednopunktowej regulacji (kalibracji) w temperaturze  $T_0=298$  K (25 °C) poprzez regulację napięcia na wyjściu  $U_{WYT_0}= 2,9815$  V (Rys. 7b) za pomocą suwaka potencjometru.

Po kalibracji czujnika LM 335 słuszna jest zależność:

$$U_{wyjT} = U_{wyjT_0} \frac{T}{T_0} [V] \quad (7)$$

gdzie: T – temperatura mierzona , UWYT – napięcie wyjściowe.

Układ LM335 nie wymaga, zewnętrznej kalibracji przy wymaganiach dokładności:  $\pm 0.4$  °C w temperaturze pokojowej (25°C ) i  $\pm 0.8$  °C w zakresie zmian temperatur od 0 °C do +100 °C.

Zależność napięcia wyjściowego w stosunku do temperatury jest liniowa 10mV/°C, charakterystyka ta będzie badana w części praktycznej ćwiczenia.



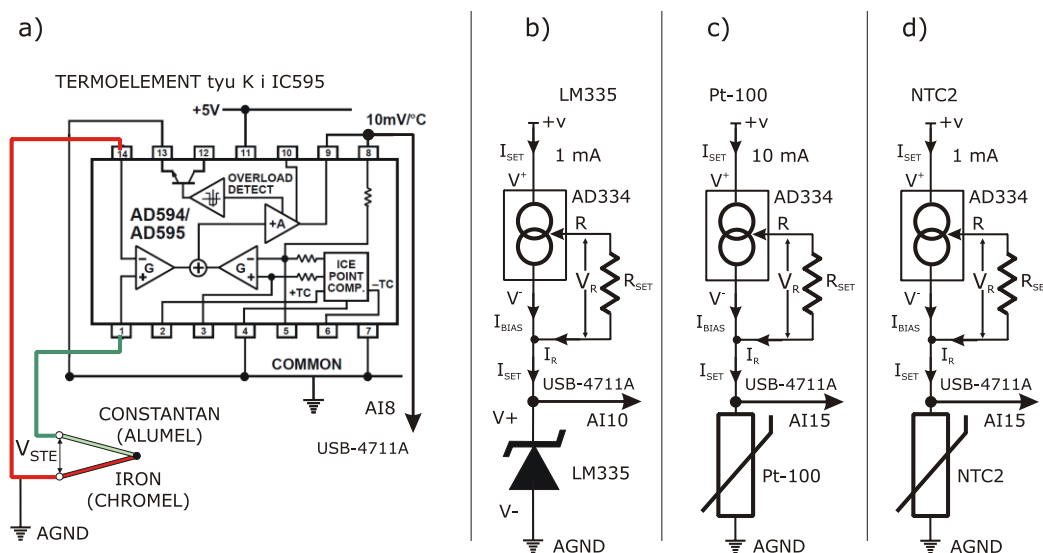
## PRZEBIEG ĆWICZENIA:

W realizowanym ćwiczeniu dokonuje się wyznaczenia charakterystyk statycznych wybranych czujników dokonując pomiarów dla ustalonych wartości temperatur z zakresu  $20 \div 60^{\circ}\text{C}$  (np. co  $5^{\circ}\text{C}$ ), wyniki porównuje się z danymi technicznymi/normami czujników oraz wykonuje się pomiar temperatury podczas schładzania modułu termostatycznego.

## ZADANIE 1:

Akwizycja danych z 4 czujników temperatur za pomocą karty pomiarowej USB4711 podłączonej do wejść kondycjonerów sygnałów zgodnie ze schematem ideowym przedstawionym na rysunku 8. Akwizycji dokonuje się z pomocą aplikacji USB7411, zadając programowo kolejne wartości temperatur.

Moduł termostatyczny z regulatorem PID steruje ogniwem Peliera utrzymując temperaturę na zadanym programowo poziomie.



Rys. 8. Schemat ideowy czujników i kondycjonerów sygnałów do akwizycji danych za pośrednictwem karty pomiarowej USB4711A

Opis kondycjonerów współpracujących z czujnikami temperatury:

- układ pomiarowy z czujnikiem termoelektrycznym typu K oraz układem scalonym do linearyzacji sygnału i kompensacji zimnych końców termoelementu (sygnał wyjściowy  $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ )

- b) układ pomiarowy z czujnikiem półprzewodnikowym złączowym p-n zintegrowanym w układzie scalonym LM 355, którego sygnał wyjściowy jest wprost proporcjonalny do temperatury bezwzględnej (wyrażonej w stopniach K). zależność pomiędzy napięciem wyjściowym a temperatura bezwzględną: 10mV/K
- c) układ pomiarowy z czujnikiem rezystancyjnym Pt-100 z zasilaniem prądem stałym. Napięcie na czujniku Pt-100 podlega wzmocnieniu w kondycjonerze sygnałów i dalej jest podawane do przetwornika ADC karty USB 4711
- d) układ pomiarowy z czujnikiem półprzewodnikowym NTC 1 z zasilaniem prądem stałym, spadek napięcia na czujniku podlega wzmocnieniu w kondycjonerze sygnałów i dalej jest podawany do przetwornika ADC karty USB 4711

**Postępowanie:**

1. Podłączyć zasilacz (kanał 4 napięcie do 6V, natężenie prądu do 3A) do modułu termostatycznego. **UWAGA: Zasilanie modułu wyższym napięciem niż zalecane spowoduje trwałe uszkodzenie ogniwa Peltiera.**
2. Uruchomić oprogramowanie akwizycji danych z karty pomiarowej USB-47-11A.
3. Załączyć start akwizycji i odczekać ok. 5 minut podczas którego gromadzone są dane w temperaturze pokojowej. Jest to pierwszy punkt pomiarowy
4. Przełącznik komory termostatycznej ustawić w pozycji „grzanie” i załączyć wyjście zasilacza
5. Następnie zadawać kolejno coraz wyższe temperatury aż do 60<sup>0</sup>C i za każdym razem odczekać 5 minut aż w module termostatycznym ustabilizuje się temperatura
6. Następnie nie przerywając zabierania danych pomiarowych, przełączyć biegunowość zasilania (położenie przełącznika na module w pozycji chłodzenie) oraz ustawić temperaturę regulacji -100<sup>0</sup>C
7. Zapisać dane z pomiarów w formacie pliku tekstowego (\*.txt) w celu dalszego ich przetwarzania.

### **Opracowanie wyników pomiaru:**

Dla każdego ze stanów o ustalonej temperaturze w zakresie : 25÷60°C zapisać dane i obliczyć ich wartości średnie. Przy zadanych wartościach temperatury w module termostatycznym zarejestrować dane pomiarowe z czujników i kondycjonerów .

Ze względu na bezwładność cieplną obiektu należy odczekać około 3÷5 minut po wstępnym ustabilizowaniu temperatury w układzie regulacji.

Tabela 1 Wyniki pomiarów i obliczeń dla różnych czujników w warunkach statycznych

Typ czujnika	Termo element „K”		p-n LM 335		RTD PT-100			Termistor NTC		
	U <sub>Kwy</sub>	TC <sub>K</sub>	U <sub>LM</sub>	TC <sub>LM</sub>	U <sub>PT</sub>	R <sub>PT</sub>	TC <sub>PT</sub>	U <sub>NTC</sub>	R <sub>NTC</sub>	TC <sub>NTC</sub>
Temp zadana °C	V	T	V	°C	V	Ω	°C	V	kΩ	°C
25,0										
30,0										
35,0										
40,0										
45,0										
50,0										
55,0										
60,0										

Tabela 2 . Wyników pomiarów i obliczeń dla różnych czujników podczas chłodzenia wymuszonego w warunkach dynamicznych

Typ czujnika	Termo element „K”		p-n LM 335		RTD PT-100			Termistor NTC		
	U <sub>Kwy</sub>	TC <sub>K</sub>	U <sub>LM</sub>	TC <sub>LM</sub>	U <sub>PT</sub>	R <sub>PT</sub>	TC <sub>PT</sub>	U <sub>NTC</sub>	R <sub>NTC</sub>	TC <sub>NTC</sub>
t(czas) s	V	T	V	°C	V	Ω	°C	V	kΩ	°C
0										
0,5										
1,0										
1,5										

a)

### **Wyznaczenie temperatury dla termoelementu „K” z przetwornikiem**

#### **AD595:**

$$T_K [^{\circ}C] = U_{wyK} [V] \cdot \frac{1}{0,01 \frac{V}{^{\circ}C}} [^{\circ}C]$$

Stała przetwarzania przetwornika AD595 z termoelementem typu „K” wynosi 10mV/°C

b)

**Wyznaczenie temperatury dla układu LM335 (ze złączem pomiarowym p-n):**

$$T_{LM} [^{\circ}C] = \{U_{wyLM} [V] - 2,7315V\} \cdot \frac{1}{0,01 \frac{V}{^{\circ}C}} [^{\circ}C]$$

Stała przetwarzania czujnika LM335 wynosi 10mV/°C

c)

**Wyznaczenie temperatury dla czujnika rezystancyjnego Pt-100:**

$$R_{Pt} [\Omega] = U_{wyPt} [V] \cdot \frac{1}{0,03954 \frac{V}{\Omega}} [\Omega]$$

Stała przetwarzania czujnika Pt-100 ze wzmacniaczem wynosi 0,040 mV/Ω

**Obliczenie temperatury czujnika Pt-100:**

$$T_{Pt} [^{\circ}C] = \frac{-AR_0 + \sqrt{(-AR_0)^2 - 4BR_0(R_0 - R_{Pt})}}{2BR_0} [^{\circ}C]$$

R<sub>0</sub> – rezystancja w temperaturze t=0° C standardowa wartość R<sub>0</sub>=100 Ω

$$A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^{\circ}C^{-1}$$

$$B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^{\circ}C^{-2}$$

d)

**Wyznaczenie rezystancji i temperatury dla czujnika termistorowego**

**NTC 10 k Ω:**

$$R_{NTC} [\Omega] = U_{wyNTC} [V] \cdot \frac{1}{0,1911 \frac{V}{\Omega}} [\Omega]$$

Stała przetwarzania czujnika NTC ze wzmacniaczem wynosi 0,37 mV/Ω

**Obliczenie temperatury czujnika NTC 10 k Ω**

$$T_{NTC} [^{\circ}C] = \frac{1}{\frac{1}{B} \ln \left( \frac{R_{NTC}}{R_{t=25^{\circ}C}} \right) + \frac{1}{T_{ref} [K]}} - 273,15 [^{\circ}C]$$

$$B = 4300$$

$$T_{ref} [K] = 273,15 [^{\circ}C] + 25 [^{\circ}C]$$

$$R_0 = 10 \text{ k}\Omega$$

W sprawozdaniu należy zamieścić charakterystyki:

$$T_K=f(T_{Pt}), T_{LM}=f(T_{Pt}), T_{NTC}=f(T_{Pt})$$

oraz

$$R_{NTC}=f(T_{Pt}), R_{Pt}=f(T_{Pt})$$

### ZADANIE 2:

Zakładając, że temperatura czujnika platynowego Pt-100 jest temperaturą referencyjną należy obliczyć odchyłki temperatur pozostałych czujników

- a) Termoelementu typu K  $\Delta_K = T_K - T_{Pt}$   $\Delta_K = f(T_{Pt})$   
b) Półprzewodnikowego LM  $\Delta_{LM} = T_{LM} - T_{Pt}$   $\Delta_{LM} = f(T_{Pt})$   
c) termistora NTC 10k  $\Delta_{NTC} = T_{NTC} - T_{Pt}$   $\Delta_{NTC} = f(T_{Pt})$

wartości odchyłek przedstawić na wspólnym wykresie.

### ZADANIE 3

Wykreślić charakterystyki temperaturowe czujników podczas wymuszonego chłodzenia oraz wyznaczyć stałe czasowe obiektu wyznaczone za pomocą różnych czujników.

Dla obiektu - modułu termostatycznego przyjąć założenie że jest opisany wzorem

$$T(t) = (T_1 - T_2) * e^{\frac{-t}{\tau}}$$

$T_1$  – temperatura początkowa

$T_2$  – temperatura końcowa

W sprawozdaniu zamieścić charakterystyki w czasie podczas chłodzenia:

$$T_K = f(t); T_{LM} = f(t); T_{Pt} = f(t); T_{NTC} = f(t);$$

---

---

## LITERATURA I MATERIAŁY DODATKOWE

---

---

1.

### **Materiały dodatkowe:**

1. *www.*



**POLITECHNIKA ŁÓDZKA**  
**KATEDRA PRZYRZĄDÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH**  
**I OPTOELEKTRONICZNYCH**

*WWW.DSOD.PL*

**LABORATORIUM METROLOGII ELEKTRONICZNEJ**

<b>ĆWICZENIE NR:</b>	
<b>TEMAT:</b>	

<b>GRUPA LABORATORYJNA</b>		<b>Kierunek/Semestr</b>	
<b>Lp.</b>	<b>NAZWISKO IMIĘ</b>	<b>NR ALBUMU</b>	
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			

<b>Prowadzący:</b>	
<b>Dzień tygodnia:</b> <b>Data wykonania ćwiczenia:</b>	
<b>Data oddania sprawozdania:</b>	
<b>Ocena:</b>	
<b>Uwagi:</b>	